

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10190097 A

(43) Date of publication of application: 21.07.98

(51) Int. Cl

H01S 3/06

G02B 6/00

G02B 6/00

(21) Application number: 09174450

(22) Date of filing: 30.06.97

(30) Priority: 31.10.96 JP 08289821

(71) Applicant: UEDA KENICHI HOYA CORP

(72) Inventor: UEDA KENICHI  
SEKIGUCHI HIROSHI

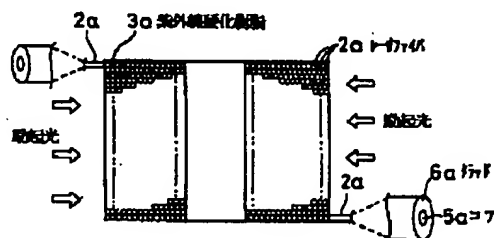
(54) LASER DEVICE

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laser device capable of converting an exciting light to a laser oscillating light with high efficiency.

**SOLUTION:** One continuous long laser fiber 2a is rolled up a large number of times, shaping up a cylinder-shaped lump and hardened with ultraviolet curable resin and both ends of the fiber are exposed as a take-out opening, thereby providing a laser oscillating light from both ends by the irradiation of the excitation light from the surrounding areas. In addition to that, since the laser fiber 2a is provided with a cladding around a core 5a, 0.5at% Nd<sup>3</sup> is doped inside the core 5a.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-190097

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) IntCl.<sup>8</sup>

H 0 1 S 3/06

G 0 2 B 6/00

識別記号

3 3 6

F I

H 0 1 S 3/06

G 0 2 B 6/00

3 3 6

E

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-174450

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月30日

(31) 優先権主張番号 特願平8-289821

(32) 優先日 平8(1996)10月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 596157816

植田 憲一

茨城県筑波郡伊奈町谷井田2195-5

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 植田 憲一

茨城県筑波郡伊奈町谷井田2195-5

(72) 発明者 関口 宏

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

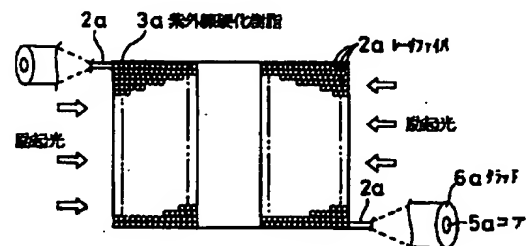
(74) 代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 励起光を極めて効率的にレーザ発振光に変換することを可能にするレーザ装置を提供する。

【解決手段】 連続した1本の長いレーザファイバ2aが、円筒形状の塊を形成するように多数回巻回されて紫外線硬化性樹脂3aで固められ、レーザ光の取り出し口としてその両端が露出されておき、周辺部からの励起光の照射によって両端部からレーザ発振光を得る。なお、レーザファイバ2aは、コア5aの周囲にクラッド6aが設けられたもので、このコア5aの内部には0.5at%のNd<sup>3+</sup>イオンがドーピングされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ活性物質を含む導光部を有し、該導光部のレーザ活性物質に励起光を供給することによってレーザ発振を行うレーザ装置であって、

前記導光部が、該導光部の収納される領域の大きさを表す3次元座標軸上の各距離に比較してその長さが著しく長い連続したものであり、該領域内において繰返し折り返されもしくは巻回されて該領域内に塊状に形成されて配置されたものであり、

前記塊状に形成されて配置された導光部に前記励起光が照射されることにより、該励起光が前記導光部の外周部を通じてこれらの内部に導入されてレーザ発振が行われるものであることを特徴とするレーザ装置。

【請求項2】 前記塊状の形状が、円板状、円錐状、正多面体状、切頭多面体状、楕円板状、繭状、回転楕円体状、渦巻き状、球状、円環状、トーラス状、織布状、又は、これらに一次変換を施した形状、又は、これらの形状の全部又は一部の組み合わせからなる形状であることを特徴とする請求項1に記載のレーザ装置。

【請求項3】 前記導光部が、少なくとも光導波部を有する光ファイバを前記塊状に形成したものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザ装置。

【請求項4】 前記塊状に形成された光ファイバが、励起光を透過する硬化性の物質によってその一部又は全部が覆われることによって固定されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ装置。

【請求項5】 前記硬化性の物質が、硬化性の有機樹脂又はガラス又は硬化性のある無機質の媒体であることを特徴とする請求項4に記載のレーザ装置。

【請求項6】 前記塊状に形成された光ファイバは、隣接するファイバどうしが互いのコアとクラッドとの界面が乱れない程度にその一部又は全部が密着するようにして一体に形成することによって互いに固定されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ装置。

【請求項7】 前記導光部が、クラッドの外側にさらに第2のクラッドが形成された2重クラッド型光ファイバ又は光導波路であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のレーザ装置。

【請求項8】 前記導光部が光ファイバを構成するコア部材によって構成され、互いに接触せずに前記領域内において繰返し折り返されもしくは巻回されて該領域内に塊状に形成されて配置されたものであり、

前記導光部を構成するコア部材の周囲を覆うとともに隣接するコア部材の間を満たすように該コア部材よりも屈折率の低い物質を設けて前記導光部を構成するコア部材とによって光ファイバを構成するクラッド部材とし、該クラッド部材の周囲を該クラッド部材の屈折率よりも低い屈折率を有する物質からなる第2のクラッド部材で覆い、前記クラッド部材に励起光を導入することによって、前記導光部を構成するコア部材の外周部を通じてこ

れらコア部材の内部に励起光を導入してレーザ発振を行うようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバ内部又は光導波路内部に有するレーザ活性物質に励起光を供給することによってレーザ発振を行うレーザ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信または光加工技術分野においては、より高出力でより安価なレーザ装置の開発が望まれるが、従来より、このような要請を満たせる可能性の高いものとして光ファイバレーザ装置又は光導波路型レーザ装置が知られている。

【0003】 光ファイバレーザ装置又は光導波路型レーザ装置は、コア径並びにコアとクラッドとの屈折率差等を適切に選定することで比較的容易に発振横モードを単一にできる。また、光を高密度に閉じ込めることでレーザ活性物質と光との相互作用を高められる。かつ、長さを長くすることで相互作用長を大きくとれるので高い効率で空間的に高品質のレーザ光を発生させることができる。したがって、質の良いレーザ光を比較的安価に得ることができる。

【0004】 ここで、レーザ光のさらなる高出力化または高効率化を実現するには、光ファイバ又は光導波路のレーザ活性イオン又は色素その他の発光中心（以下、レーザ活性物質という）の添加領域（通常はコア部）に効率よく励起光を導入する必要がある。ところが、通常、単一モードの導波条件にコア径を設定するとその径はレーザ活性イオンの添加領域（通常はコア部）の十数 $\mu\text{m}$ 以下に限定されるので、この径に効率よく励起光を導入するのは一般に困難である。これを克服するものとしては、例えば、いわゆる2重クラッド型ファイバレーザが提案されている。

【0005】 図6は2重クラッド型ファイバレーザの説明図である。この図に示されるように、2重クラッド型ファイバレーザは、クラッド部16の外側に該クラッド部16よりもさらに屈折率が低い透明物質で構成される第2クラッド部17を設けたものである。これにより、第2クラッド部17とクラッド部16との屈折率差に起因する全反射によって端面より導入された励起光13をクラッド部16及びコア部15内に閉じ込める。そして、レーザ活性物質の添加領域（通常はコア部15）を上記閉じ込めた励起光が繰返し通過するようにして該励起光を徐々にレーザ活性物質に吸収せしめる。これによって、高出力のレーザ光を得られるようにしたものである（参考文献；E. Snitzer, H. Po, F. Hakimi, R. Tumminelli, and B. C. McCillum, in Optical Fibe

r. Sensors. Vol. 2 of 1988 OSA Technical Digest Series (Optical Society of America, Washington, D. C., 1988), paper PD5.)。

【0006】しかし、2重クラッド型ファイバレーザの場合、内部のクラッド部の断面形状が円形であるとレーザ活性物質の添加領域（通常はコア部）付近を選択的に透過する励起光のみが効率よくレーザ活性物質に吸収され、そうでない部分の吸収効率が非常に低いという、モードによる吸収飽和が起こるといった問題があった。そこで、内部のクラッド部の形状を矩形にするような工夫がなされているが、一般に円形以外の断面形状のファイバを作製するのは困難であり、かつ機械的な強度も不足しがちである。

【0007】一方、光導波路型レーザではその製造方法故、導波路長を光ファイバのごとくに長くできず、また、2重クラッドのような複雑な断面方向の屈折率分布をとることも困難である。

【0008】そこで、光導波路レーザにおいては、特開平4-51027号公報あるいは特開平3-3283号公報に示されるように、光導波路のレーザ活性物質の添加領域（通常はコア部）の側面から励起光を導入する方法が提案されている。側面から励起光をレーザ活性物質の添加領域（通常はコア部）に導入する場合は通常、レーザ活性物質の添加領域（通常はコア部）の直径（ $d$ ）に比べて導波路長（ $L$ ）が非常に長く、 $L/d > 10^6$  以上もとれるので導波路の断面方向から励起光を導入する方法よりも非常に多くの励起エネルギーを導波路内に導入することが可能となる。

【0009】また、同様に、光ファイバレーザにおいても側面から励起光を導入できれば励起光導入の面積をいくらかでも増やせるので、原理的には断面（端面）方向から励起光を導入する方法に比べて $10^6 \sim 10^9$  倍、2重クラッド型励起方式に比べても $10^3 \sim 10^6$  倍も多くの励起光エネルギーを導入可能である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来の側面励起の方法においては、側面から供給される1つの励起光をみた場合、この励起光がレーザ活性物質添加領域たるコアを通過する回数は1回だけである。通常このコアは数十 $\mu m$ 程度の幅しか持たない。それゆえ、この狭い幅を1回通過する間に上記励起光のエネルギーのすべてをレーザ活性物質に吸収させるのは極めて困難である。したがって、上述の従来の側面励起の方法は、励起光の多くが無駄になるという欠点を有するものであった。

【0011】本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、励起光を極めて効率的にレーザ発振光に変換することを可能にするレーザ装置を提供することを目的

とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するための手段として、請求項1に記載の発明は、レーザ活性物質を含む導光部を有し、該導光部のレーザ活性物質に励起光を供給することによってレーザ発振を行うレーザ装置であって、前記導光部が、該導光部の収納される領域の大きさを表す3次元座標軸上の各距離に比較してその長さが著しく長い連続したものであり、該領域内において繰返し折り返されもしくは巻回されて該領域内に塊状に形成されて配置されたものであり、前記塊状に形成されて配置された導光部に前記励起光が照射されることにより、該励起光が前記導光部の外周部を通じてこれらの内部に導入されてレーザ発振が行われるものであることを特徴とするレーザ装置である。

【0013】請求項2に記載の発明は、前記塊状の形状が、円板状、円錐状、正多面体状、切頭多面体状、楕円板状、蘭状、回転楕円体状、渦巻き状、球状、円環状、トラス状、織布状、又は、これらに一次変換を施した形状、又は、これらの形状の全部又は一部の組み合わせからなる形状であることを特徴とする請求項1に記載のレーザ装置である。

【0014】請求項3に記載の発明は、前記導光部が少なくとも光導波部を有する光ファイバを前記塊状に形成したものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザ装置である。

【0015】請求項4に記載の発明は、前記塊状に形成された光ファイバが、励起光を透過する硬化性の物質によってその一部又は全部が覆われることによって固定されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ装置である。

【0016】請求項5に記載の発明は、前記硬化性の物質は、硬化性の有機樹脂又はガラス又は硬化性のある無機質の媒体であることを特徴とする請求項4に記載のレーザ装置である。

【0017】請求項6に記載の発明は、前記塊状に形成された光ファイバが、隣接するファイバどうしが互いのコアとクラッドとの界面が乱れない程度にその一部又は全部が密着するようにして一体に形成することによって互いに固定されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ装置である。

【0018】請求項7に記載の発明は、前記導光部が、クラッドの外側にさらに第2のクラッドが形成された2重クラッド型光ファイバ又は光導波路であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のレーザ装置である。

【0019】請求項8に記載の発明は、前記導光部が光ファイバを構成するコア部材によって構成され、互いに接触せずに前記領域内において繰返し折り返されもしくは巻回されて該領域内に塊状に形成されて配置されたも

のであり、前記導光部を構成するコア部材の周囲を覆うとともに隣接するコア部材の間を満たすように該コア部材よりも屈折率の低い物質を設けて前記導光部を構成するコア部材とによって光ファイバを構成するクラッド部材とし、該クラッド部材の周囲を該クラッド部材の屈折率よりも低い屈折率を有する物質からなる第2のクラッド部材で覆い、前記クラッド部材に励起光を導入することによって、前記導光部を構成するコア部材の外周部を通じてこれらコア部材の内部に励起光を導入してレーザ発振を行うようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザ装置である。

【0020】上述の発明にあっては、導光部として、長さが著しく長い連続したものを繰返し折り返しもしくは巻回して塊状に形成したもので構成し、この塊状の導光部に励起光を照射することにより、導光部の外周部（側\*

コア端面励起方式；  $M = A_{\text{core}} / A_{\text{core}} = 1$   
 2重クラッド励起方式；  $M = A_{\text{clad}} / A_{\text{core}} = \text{約} 10^3$   
 多重側面励起方式；  $M = A_{\text{side}} / A_{\text{core}}$

但し、Mはフラックス密度、Aは断面積であり、内部損失なしで100%変換されるものと仮定する。

【0023】上記比較から明らかなように、各方式間で大きな差があり、請求項1に記載の発明が画期的な圧縮比を有することがわかる。このようなフラックス密度の巨大な圧縮比は、品質の悪い励起光を高品質のレーザ光に変換するということを意味を有する。すなわち、低密度の励起光（例えば太陽光）によってもレーザ発振が可能になるという画期的な意味を有する。

【0024】

【発明の実施の形態】

（実施例1）図1は本発明の実施例1にかかるレーザ装置の構成を示す図である。

【0025】図1に示されるように、この実施例のレーザ装置は、連続した1本の長いレーザファイバ2aが、内径約1cm、外径約5cm、高さが5cmの円筒形状の塊を形成するように多数回巻回されて紫外線硬化性樹脂で固められ、レーザ光の取り出し口としてその両端が露出されているものである。紫外線硬化性樹脂は、屈折率1.45で波長0.5～1.4μmの光に対して透明なもので、ファイバとファイバの間を隙間なく埋め込むように形成されている。

【0026】レーザファイバ2aは、コア5aの径が10μm、クラッド6aの径が50μmであり、開口数が0.1であって、長さが約30Kmの連続した1本の長い石英系ガラスファイバである。コア5aの内部には0.5at%のNd<sup>3+</sup>イオンがドープされている。なお、レーザファイバ2aの一方の端部の端面には波長1.06μmの光に対して反射率が100%の回折格子

\*面）を通じて励起してレーザ発振を行うものである。このため、1つの励起光に着目すると、この1つの励起光は、繰返し導光部を通過することになる。したがって、この繰返し通過するうちに励起光の多くがレーザ活性物質に吸収されることになり、極めて効率のよい励起が可能になる。

【0021】いま、請求項1に記載の発明の励起方式を便宜的に「多重側面励起方式」と呼び、従来の2重クラッド型の光ファイバ又は光導波路を用いたものを「2重クラッド励起方式」と呼び、さらに、従来のコア端面から励起光を導入する方式を「コア端面励起方式」と呼ぶことにする。そして、これらの各方式における励起光からレーザ発振光への変換において、その光フラックス密度の圧縮比を比較すると以下ようになる。

【0022】

$$\begin{aligned} &= dL / (\pi d^2 / 4) \\ &= L / d \\ &= \text{約} 10^9 \end{aligned}$$

が形成され、他方の端部の端面には反射率が20%の多層膜反射コートが形成されている。

【0027】なお、このレーザ装置は、ボビン径が1cm、高さ5cmの金属製ボビンに連続した1本の長いレーザファイバ2aを、外径が5cmになるまで密に巻付けた後、これを紫外線硬化性樹脂に浸し、紫外線を照射して硬化させ、しかる後にボビンを抜き去って得たものである。

30 【0028】このレーザ装置に、発振波長0.8μm、最大出力10Wの半導体レーザアレイ8個を円筒の周囲に配置し、光を円筒に向けてレーザファイバ2aに照射したところ、波長1.06μmで出力30Wのレーザ発振を確認できた。発振したレーザ光出力の経時変化は30W±3Wと、良好なものであった。

【0029】（実施例2）図2は本発明の実施例1にかかるレーザ装置の構成を示す図である。

40 【0030】図2に示されるように、この実施例のレーザ装置は、連続した1本の長いレーザファイバ2bを、1層の渦巻き状に密に多数回巻回した後これを紫外線硬化性樹脂で固めて内径約3cm、外径約12cm、厚さ0.1cmの円環板状の塊を形成するようにし、側面部を除く表裏の面を鏡面研磨してその上に金属の反射コート膜7bを蒸着したものである。また、レーザファイバ2bの両端部はレーザ光の取り出し口としてその両端が露出されているが、その端面には特に反射膜等を形成せずに破断面のままとした。なお、紫外線硬化性樹脂は、屈折率1.45で波長0.5～1.4μmの光に対して透明なもので、ファイバとファイバの間を隙間なく埋めこむように形成される。

【0031】レーザファイバ2bは、コア5aの径が10 $\mu$ m、クラッド6aの径が50 $\mu$ mであり、開口数が0.1であって、長さが約170mの連続した1本の長い石英系ガラスファイバである。コア5aの内部には0.5at%のNd<sup>3+</sup>イオンがドーピングされている。

【0032】このレーザ装置の周囲に、発振波長0.8 $\mu$ m、最大出力10Wの半導体レーザアレイ8個を周囲に配置し、これらレーザアレイからの光を励起光として周囲の側面からレーザファイバ2bに照射したところ、波長1.06 $\mu$ mで出力15Wのレーザ発振を確認できた。発振したレーザ光出力の経時変化は15W $\pm$ 2Wと、良好なものであった。

【0033】(実施例3)図3は本発明の実施例3にかかるレーザ装置の構成を示す図である。

【0034】この実施例のレーザ装置は以下のようにして製造される構成を有している。

【0035】まず、連続した1本の長いレーザファイバを、外径が3cmの炭素製のポピンを芯にして1層の渦巻き状に密に巻回して、内径3cm、外径15cmの円環状の塊に形成する。なお、このレーザファイバは、コア5aの径が10 $\mu$ m、クラッド6aの径が50 $\mu$ mであり、開口数が0.1であって、長さが約280mの連続した1本の長い石英系ガラスファイバである。

【0036】次に、内径3cm、外径15cm、厚さ1mmの円環状石英板を2枚用意し、この2枚の石英板で上記円環状塊のレーザファイバを上下に挟み、内径20cmの金属製耐圧容器にいれる。次に、この石英板で挟まれたレーザファイバを、不活性ガス雰囲気中で1500℃に加熱し、上下方向から約50barの圧力で押しつける。これにより、ファイバとファイバの隙間及びファイバと石英板との隙間を融着によって埋める。

【0037】次に、こうして作製した円環状体の表裏の面(上面及び下面)を光学研磨して光蓄積リング本体2cを得る。次に、厚さ3mm、幅3cm、長さ7cmの石英製の板を3枚用意する。次に、これらの側面を光学研磨するとともに、長手方向の一端面を光蓄積リング本体2cの側面の接線方向に沿って該リング側面に当接したときに互いにぴったり合致するような形状に形成して接線面とし、これら3枚の石英板を所定の間隔において上記リング本体側面に各々の接線面を当接して接着し、2枚を励起光の入力部7c、7cとし、残りをレーザ光の取出し部8cとする。そして、励起光の入力端面及びレーザ光の取出し端面を除く全面に金属の反射コート膜蒸着する。

【0038】このレーザ装置の2つの励起光入力部7c、7cのそれぞれの入力端面の近傍に、発振波長0.8 $\mu$ m、最大出力10Wの半導体レーザアレイ4個を配置し、これらレーザアレイからの光を上記2つの励起光入力部7c、7cを通じて光蓄積リング本体に導入したところ、レーザ取出し部8cから、波長1.06 $\mu$ mで

出力15Wのレーザ発振を確認できた。発振したレーザ光出力の経時変化は15W $\pm$ 2Wと、良好なものであった。

【0039】(実施例4)この実施例にかかるレーザ装置は、長さ約20Kmの連続した1本の長いレーザファイバを織って布状に形成した例である。すなわち、例えば、まず、レーザファイバを縦に繰り返して先に縦糸になる部分を面状に並べ、次に、この縦糸の上下を交互に通過させるように横糸となる部分を繰り返して往復させることによって布状に形成する。この実施例では、この方法によって、30 $\times$ 30cmの大きさの布状のレーザ装置を作製した。

【0040】ここで用いるレーザファイバは、コア径が5 $\mu$ m、クラッド径が10 $\mu$ m、開口数が0.2の石英系ガラスファイバである。この場合、コア内部には0.5at%のNd<sup>3+</sup>イオンをドーピングされている。また、クラッドの周囲には、波長0.5 $\sim$ 1.4 $\mu$ mの光に対して透明である紫外線硬化性樹脂が被覆してある。この紫外線硬化性樹脂の屈折率は1.45でクラッドに一致させてある。さらにレーザファイバの両端部の端面のうち、一方の端面には、波長1.06 $\mu$ mのコア内部からの光に対して反射率が100%の回折格子が形成してあるが、他方の端面は破断面のままにする。

【0041】この布に100倍の集光能率のミラーで快晴時に太陽光を集光したところ、波長1.06 $\mu$ mで出力が平均0.5Wのレーザ発振を確認できた。

【0042】(実施例5)図4は本発明の実施例5に係るレーザ装置の全体構成を示す斜視図、図5は図4に示されるレーザ装置を中央部で切断した切断モデルを示す図である。

【0043】図4及び図5に示されるように、この実施例は、導光部を光ファイバの一部を構成するコア部材で構成した例である。すなわち、上述の各実施例では、導光部をコア及びクラッドが一体となった光ファイバで構成したが、この実施例では、光ファイバの一部であるコア部材で導光部を構成したものである。

【0044】図4及び図5において、導光部を構成するコア部材55は、コア径100 $\mu$ m、長さ100mのりん酸塩系レーザガラスファイバー(Nd<sup>3+</sup>イオンを1.0at%の濃度でドーピング)を互いに隣接するファイバーどうしが接触しないように所定の平面に平行に渦巻状に巻いて塊状に形成されたものである。

【0045】この塊状に形成されたコア部材55は、屈折率1.51の紫外線硬化性樹脂からなるクラッド部材56でその周囲が覆われるとともに隣接するコア部材55の間が滴されるように円盤状に固められている。そして、円盤状に形成されたクラッド部材56の外周部端面を除く表裏の面が屈折率1.49の紫外線硬化性樹脂からなる第2のクラッド部材57で覆われている。なお、渦巻状に巻いたコア部材55の渦巻きの内側の端面はレ

ーザ光を反射させるべく平面研磨後、レーザ発振波長1.06 $\mu$ mにおいて反射率99%以上の多層膜コートが施されており、また、渦巻きの外側の端面は発振レーザ光取出部とされる。

【0046】この実施例のレーザ装置においては、図4に示されるように、円盤状クラッド部材56の外周部端面から励起光がクラッド56内に導入される。導入された励起光は、第2クラッド57によって反射され、クラッド56内をジグザグに進行しながら、コア部材55に吸収されてレーザ発振がなされる。

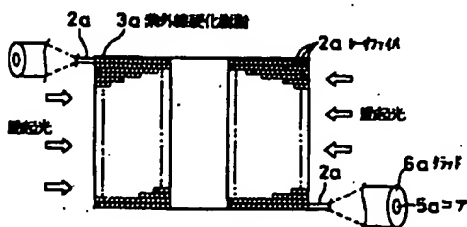
【0047】励起光源として、発振波長0.8 $\mu$ m、出力20Wの半導体レーザアレイを16個用い、レーザ装置の周囲に配置して励起光をクラッド56内に導入したところ、出力部から波長1.06 $\mu$ mで出力が120Wの良好なレーザ発振を得ることができた。なお、この出力値は、このレーザ装置の限界ではなく、励起用に用いた半導体レーザアレイが少ないために120Wであるが、半導体レーザアレイをより多数用いることによって、2KW以上の出力を得ることができるものと予想される。このレーザ装置の出力を、焦点距離50mmのレンズ系で集光したところ、直径120 $\mu$ m以内に出力の90%以上のエネルギーを集中させることができた。

【0048】なお、以上の各実施例は、レーザ媒体として光ファイバを用いた例を掲げたが、レーザ媒体として光導波路を用いてもよい。光導波路を用いる場合には、クラッド媒体の所定の領域内に、連続した1本の長いコアを折り返し又は巻回するように形成する。このコアの形成は、周知のパターン形成法やイオン交換法を利用していわゆる一筆書のパターンとして形成する。

【0049】また、上記実施例では、導光部として1本の連続した長い光ファイバ又は光導波路を所定の領域内に塊状に配置する例を掲げたが、これは複数の連続した長い光ファイバ又は光導波路を所定の領域に配置するようにしてもよい。

【0050】さらに、導光部として、上記実施例では、

【図1】



光ファイバ又は光導波路の例を掲げたが、これは光ファイバ又は光導波路の外にも光をある程度閉じこめるようにして伝搬できる光通路であれば何でもよい。

【0051】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、レーザ活性物質を含む導光部を有し、該導光部のレーザ活性物質に励起光を供給することによってレーザ発振を行うレーザ装置であって、前記導光部が、該導光部の収納される領域の大きさを表す3次元座標軸上の各距離に比較してその長さが著しく長い連続したものであり、該領域内において繰返し折り返されもしくは巻回されて該領域内に塊状に形成されて配置されたものであり、前記塊状に形成されて配置された導光部前記励起光が照射されることにより、該励起光が前記導光部の外周部を通じてこれらの内部に導入されてレーザ発振が行われるものであることを特徴とし、これにより、励起光を極めて効率的にレーザ発振光に変換することを可能にしたものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るレーザ装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例2に係るレーザ装置の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施例3に係るレーザ装置の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施例5に係るレーザ装置の全体構成を示す斜視図である。

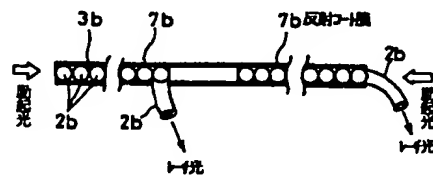
【図5】図4に示されるレーザ装置を中央部で切断した切断モデルを示す図である。

【図6】従来の2重クラッド型光ファイバレーザ装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

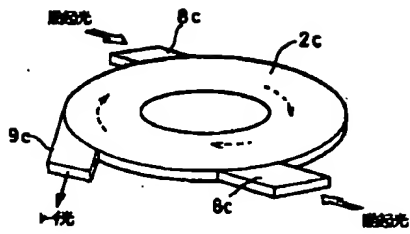
2 a, 2 b...レーザファイバ、3 a, 3 b...紫外線硬化樹脂、5 a, 5 b...コア、6 a, 6 b...クラッド、7 b...反射コート膜、8 c...励起光導入部、9 c...レーザ光取出し部。

【図2】

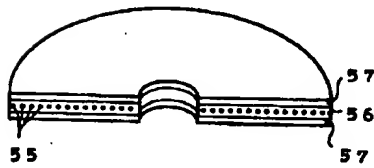




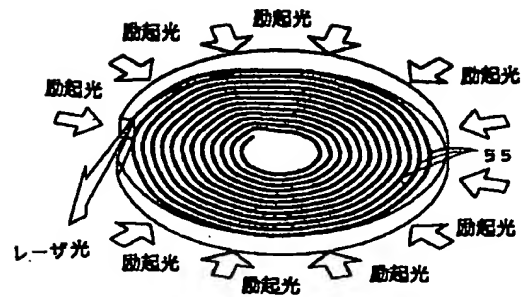
【図3】



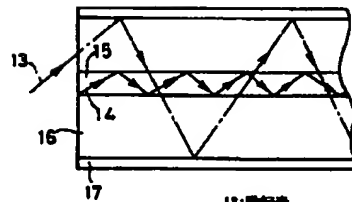
【図5】



【図4】



【図6】



13: 励起光  
15: コア  
16: クラッド  
17: 第2クラッド